The background of the slide is a composite image. The top half features a blue-toned topographic map with contour lines and place names in Chinese, including '清水县' (Qingshui County), '刘家湾' (Liaowan), '新王座' (Xinwangzuo), and '王家湾' (Wangjiawan). The bottom half shows a satellite view of a coastal area with blue water and a sandy beach.

# 我国参心坐标系成果 向2000国家大地坐标系转换

国家测绘局大地测量数据处理中心

郭春喜 王文利 韩买侠

2009年10月

# 目 录

- ✱ 1、概述
- ✱ 2、我国参心坐标系成果向2000系转换的基本思路
- ✱ 3、全国已有控制点资料情况
- ✱ 4、全国1：5万格网80系向2000系转换改正量计算
- ✱ 5、全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算
- ✱ 6、地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法
- ✱ 7、省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换
- ✱ 8、1954年北京坐标系向2000国家大地坐标系转换改正量计算

# 1、概述

经国务院批准，自2008年7月1日起，我国全面启用2000国家大地坐标系（以下简称2000系）。这意味着国家及各省市的测绘活动必须在2000系下进行，完成国家测绘成果转换工作是国家测绘局启用2000系工作的重要内容，是国家测绘局“十一五”规划的工作目标。此前全国各种比例尺地形图数据即地理信息系统绝大部分采用1980 西安坐标系（以下简称80系），也有一部分采用1954年北京坐标系（以下简称54系），80系和54系属于参心系。如果要立即采用2000系（属于地心系），目前的各种测绘资料存在着两个坐标系的差异问题，必须进行坐标系的转换。以便和国家2000系的资料统一向各部门提供。因此完成我国参心系测绘成果向地心系转换，是我们目前急需要做的一项工作。

## 2. 我国参心坐标系成果向2000系转换的基本思路

### 转换思路:

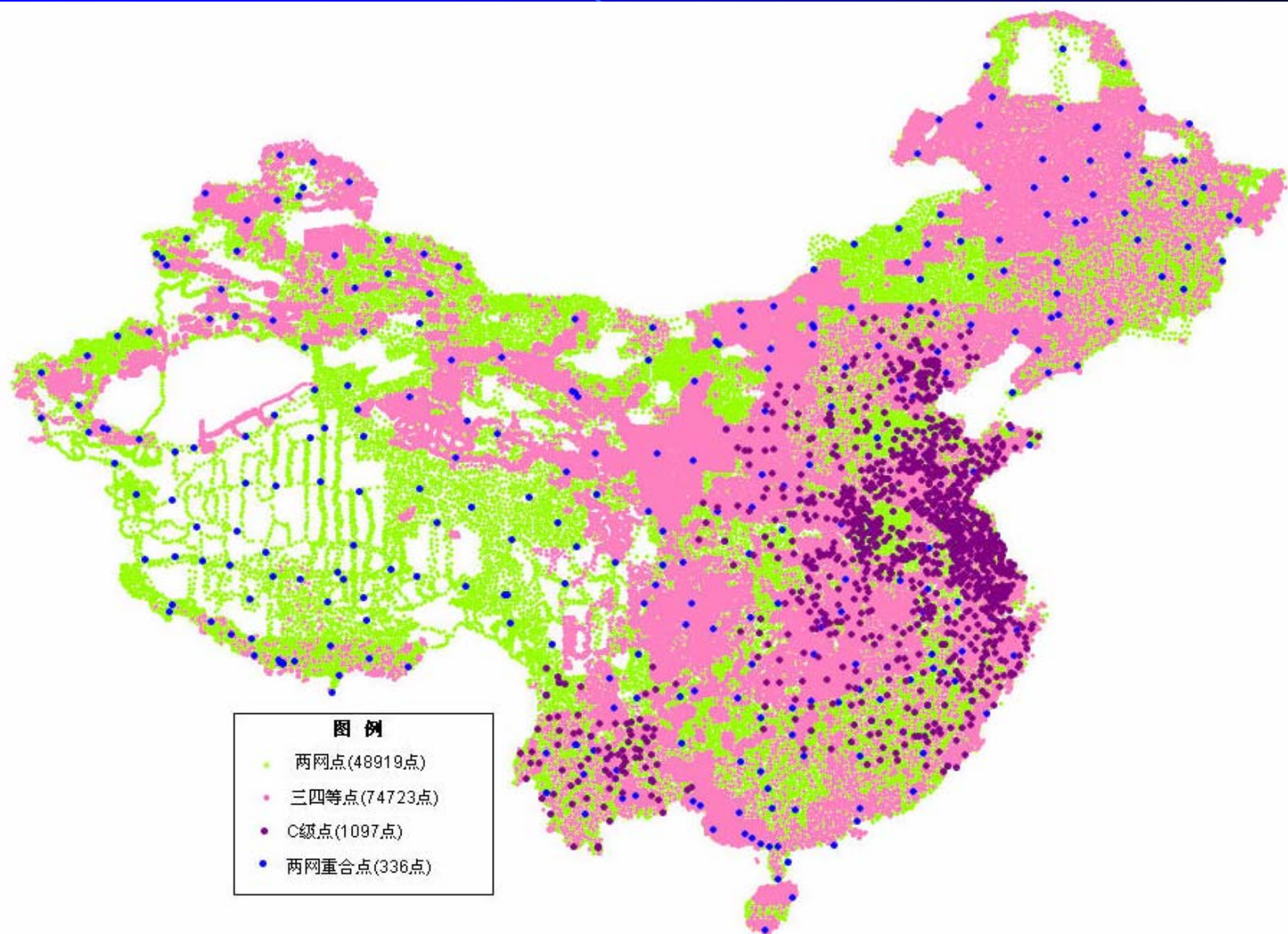
利用两个坐标系间控制点的坐标改正量，采用适宜的方法计算具有一定间隔的格网结点的坐标改正量，然后利用格网结点上的坐标改正量内插其它任意点上的坐标改正量，从而实现不同坐标系坐标的变换。

### 优点:

可以很好地拟合由于大地网局部性系统误差(或形变)的影响产生的变形差，能达到局部细致拟合和全网连续的效果，且具有较高的转换精度。

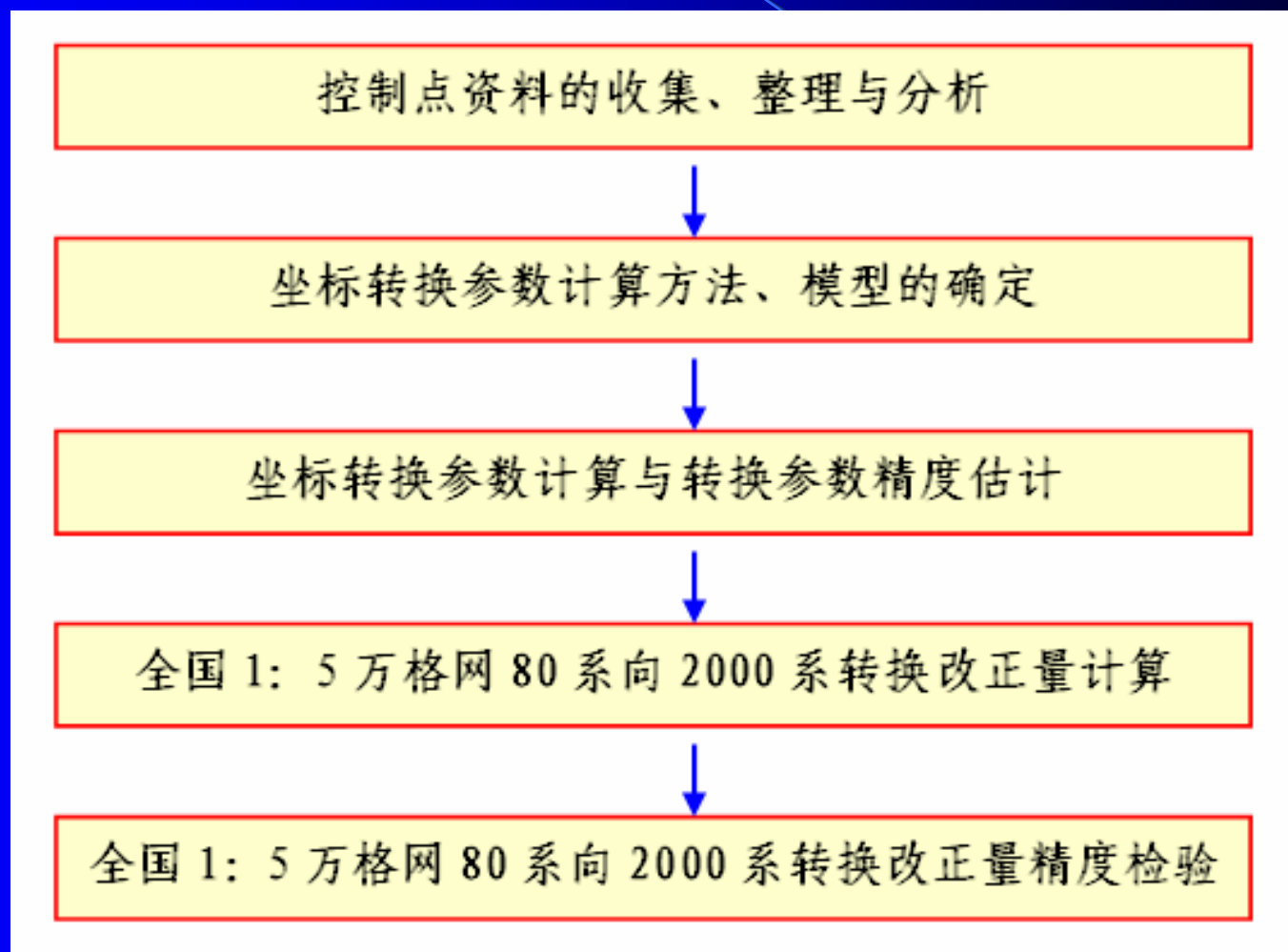


### 3. 全国已有控制点资料情况



## 4. 全国1: 5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.1 改正量计算流程



## 4. 全国1: 5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.2 控制点的选取、分析与确定

(1) 控制点选取原则:

两网重合点

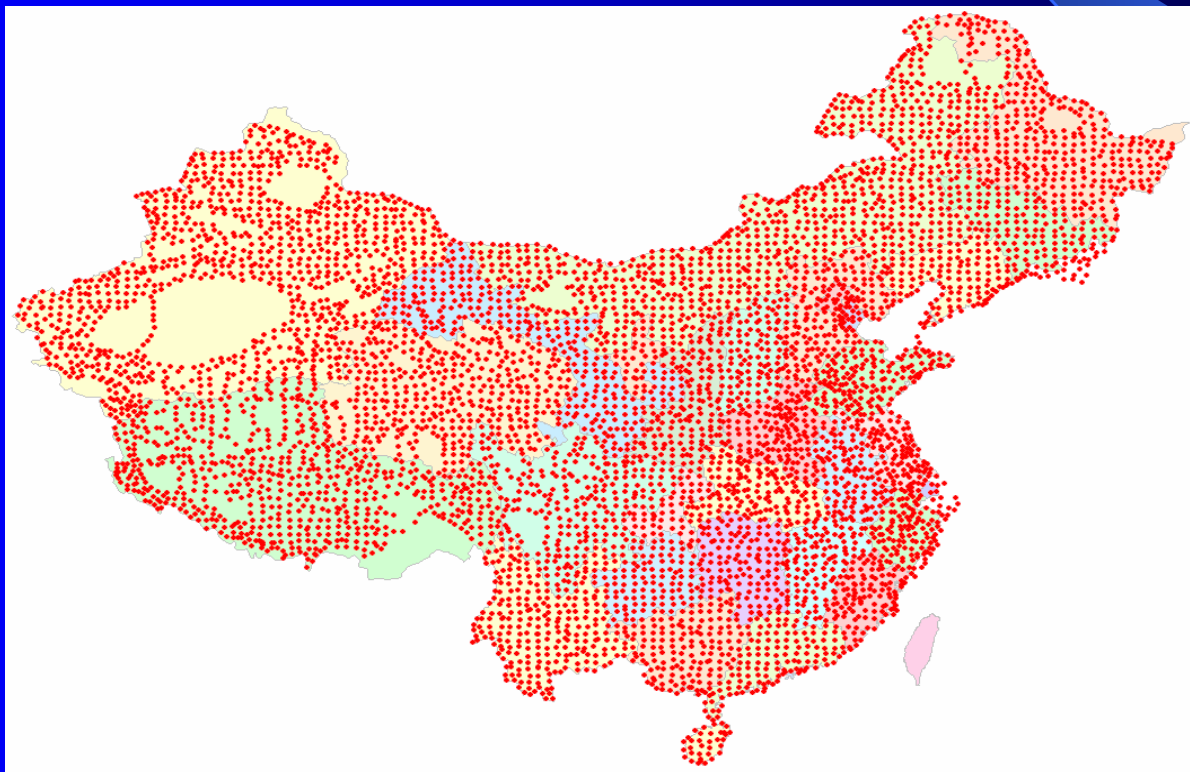
GPS C级点

两网平差点

(2) 控制点分析及确定:

经分析、试算, 剔除粗差点

剔除密度过大点(一般保持1个十万图幅1个点)



(全国用于求解80系向2000系转换参数选用的6322个重合点分布图)

## 4. 全国1：5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.3 转换方法与转换模型

为了保证形成的全国1：5万格网80系向2000系转换改正量的连续性（无缝），全国采用整体转换（不分区）计算80系向2000系转换参数。

Bursa七参数坐标转换模型

$$\begin{bmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -Z_s & Y_s \\ Z_s & 0 & -X_s \\ -Y_s & X_s & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_X \\ \varepsilon_Y \\ \varepsilon_Z \end{bmatrix} + m \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix}$$

式中：  $X_T, Y_T, Z_T$  为 2000 系空间直角坐标；

$X_s, Y_s, Z_s$  为 80 系空间直角坐标；

$[\Delta X \quad \Delta Y \quad \Delta Z]^T, [\varepsilon_X \quad \varepsilon_Y \quad \varepsilon_Z]^T, m$  为 3 个平移参数，3 个旋转参数和 1 个尺度参数，通过最小二乘求解获得。



## 4. 全国1：5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.4 坐标转换质量评价

坐标转换的精度是通过计算转换参数的重合点的残差中误差体现的。

坐标转换精度估计依据下式计算：

①  $V$  (残差) = 控制点转换坐标 - 控制点已知坐标

② 空间坐标  $X$  与平面坐标  $x$  残差中误差  $M_X = \pm \sqrt{\frac{[vv]_X}{n-1}}$ ,  $M_x = \pm \sqrt{\frac{[vv]_x}{n-1}}$

③ 空间坐标  $Y$  与平面坐标  $y$  残差中误差  $M_Y = \pm \sqrt{\frac{[vv]_Y}{n-1}}$ ,  $M_y = \pm \sqrt{\frac{[vv]_y}{n-1}}$

④ 空间坐标  $Z$  与大地高  $H$  残差中误差  $M_Z = \pm \sqrt{\frac{[vv]_Z}{n-1}}$ ,  $M_H = \pm \sqrt{\frac{[vv]_H}{n-1}}$

## 4. 全国1：5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.5 全国1：5万格网80系向2000系转换改正量计算

解算出全国80系与2000系的转换参数后，利用确定的转换方法与转换模型分别计算全国1:5万格网点（纬差：10'，经差：15'）的2000系坐标 $B_{2000}$ ,  $L_{2000}$ ，进而求出各格网点的80系与2000系的坐标差 $DB_{802000}$ ,  $DL_{802000}$ （ $B_{2000}-B_{80}$ ,  $L_{2000}-L_{80}$ ），形成全国1:5万格网点的80系与2000系的转换改正量 $DB_{802000}$ ,  $DL_{802000}$ （单位：秒，取4位小数）。

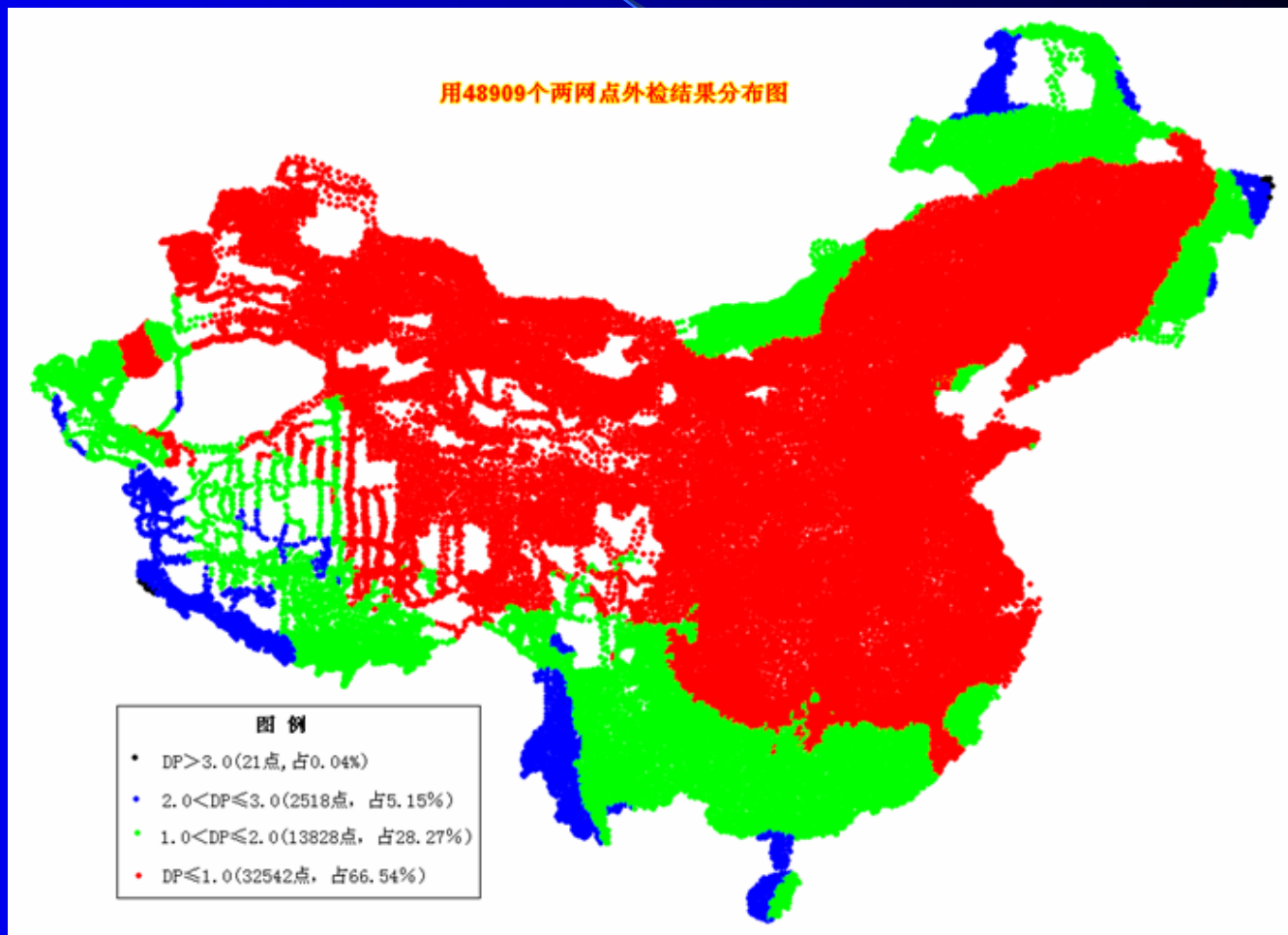
## 4. 全国1: 5万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 4.6 全国1: 5万格网80系向2000系转换改正量精度检验

**检验方法：**用全国1: 5万格网改正量内插全国天文大地网点的2000系坐标，根据已知值与内插值的差值进行精度统计。

$$\Delta P_{\text{平均值}} = 0.8\text{m}$$

$$\Delta P_{\text{最大值}} = 3.2\text{m}$$



## 5. 全国1: 1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.1 控制点的选取、分析与确定

(1) 控制点选取原则:

两网重合点



GPS C 级网点



两网平差点



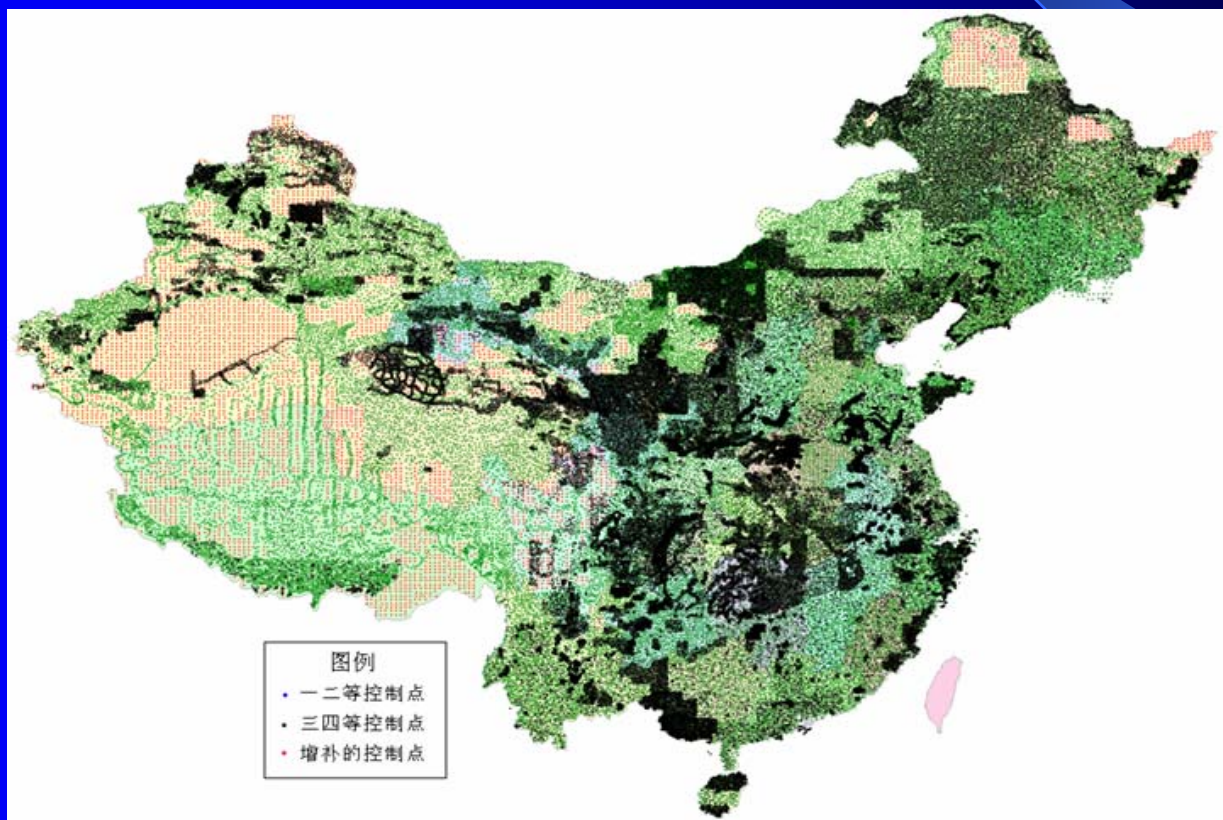
三四等三角点

(2) 控制点分析及确定:

剔除粗差点



在大的空白区内插一些控制点, 保证每个 5 万图幅内有 1 个控制点



(求解全国1: 1万格网80系向2000系转换改正量的控制点分布图)



## 5. 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.2 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算方法

#### (1) 通常的转换方法：分区转换法。

分区转换法是在现有控制点的基础上，通过分区求解各分区转换参数、计算格网点改正量、相邻格网点改正量连续性处理（接边处理）等一系列复杂工序，最后形成全国1：1万格网80系向2000系转换改正量。

#### (2) 分区转换法的缺点：

①它对控制点的包容性较差，无法实现实时增加控制点实时更新格网改正量（工序太复杂）；

②转换改正量的精度无法随着控制点的增多而及时得到提高（也就是说无法满足更大比例尺地形图坐标改正量的精度要求）；

③各分区间的改正量不连续，需要接边处理。

## 5. 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.2 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算方法

#### （3）现用的转换方法：整体转换法。

整体转换法的基本思想：以各个转换点（全国格网点）为中心，以适当的搜索半径搜索出计算该点转换参数（改正量）所需的控制点，然后采用适当的转换方法计算该点的80坐标系向2000坐标系转换的坐标改正量（DB，DL），进而获得该点的2000系坐标。

#### （4）整体转换法的优点：

高精度；

连续（无缝）；

不受区域与比例尺的限制。

## 5. 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.3 转换转换改正量计算模型

一次多项式不等权拟合模型：
$$\begin{aligned} B_T &= B_S + dB \\ L_T &= L_S + dL \end{aligned}$$

式中： $B_T$ 、 $L_T$ 分别为目标坐标系(2000系)大地坐标；

$B_S$ 、 $L_S$ 分别为源坐标系(80系)大地坐标；

$dB$ 、 $dL$ 分别为坐标转换改正量，用下式计算：

$$dB \text{ 或 } dL = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^i a_{ij} B_S^{i-j} L_S^j, \text{ 即 } dB \text{ 或 } dL = a_{00} + a_{10} \Delta B + a_{11} \Delta L \quad (\text{权 } P_i)$$

其中： $\Delta B = B_i - B_0$ ， $\Delta L = L_i - L_0$ ，单位：弧度；

$B_i$ ， $L_i$ 为各控制点的大地坐标， $B_0$ ， $L_0$ 为个各格网点的大地坐标；

$P_i$ 为各格网点改正量的权：
$$P_i = \frac{1}{(B_i - B_0)^2 + ((L_i - L_0) \cos B_0)^2}$$

$a_{00}$ ， $a_{10}$ ， $a_{11}$ 为拟合系数，通过最小二乘求解获得。

## 5. 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.4 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量试算及精度检验

#### (1) 全国1：1万格网点改正量试算

利用全国近5万个一二等控制点，采用一次多项式不等权拟合模型计算全国80系向2000系转换各格网点的改正量（dB, dL）。

#### (2) 全国1：1万格网点改正量精度检验

**检验方法：**用全国1：1万格网改正量内插全国天文大地网点（48919点）的2000系坐标，然后与与“全国天文大地网与GPS2000网联合平差”2000系成果（重合GPS C级点的用GPS C级点的2000国家大地坐标系坐标替换）进行差值统计。 统计分布图如下：



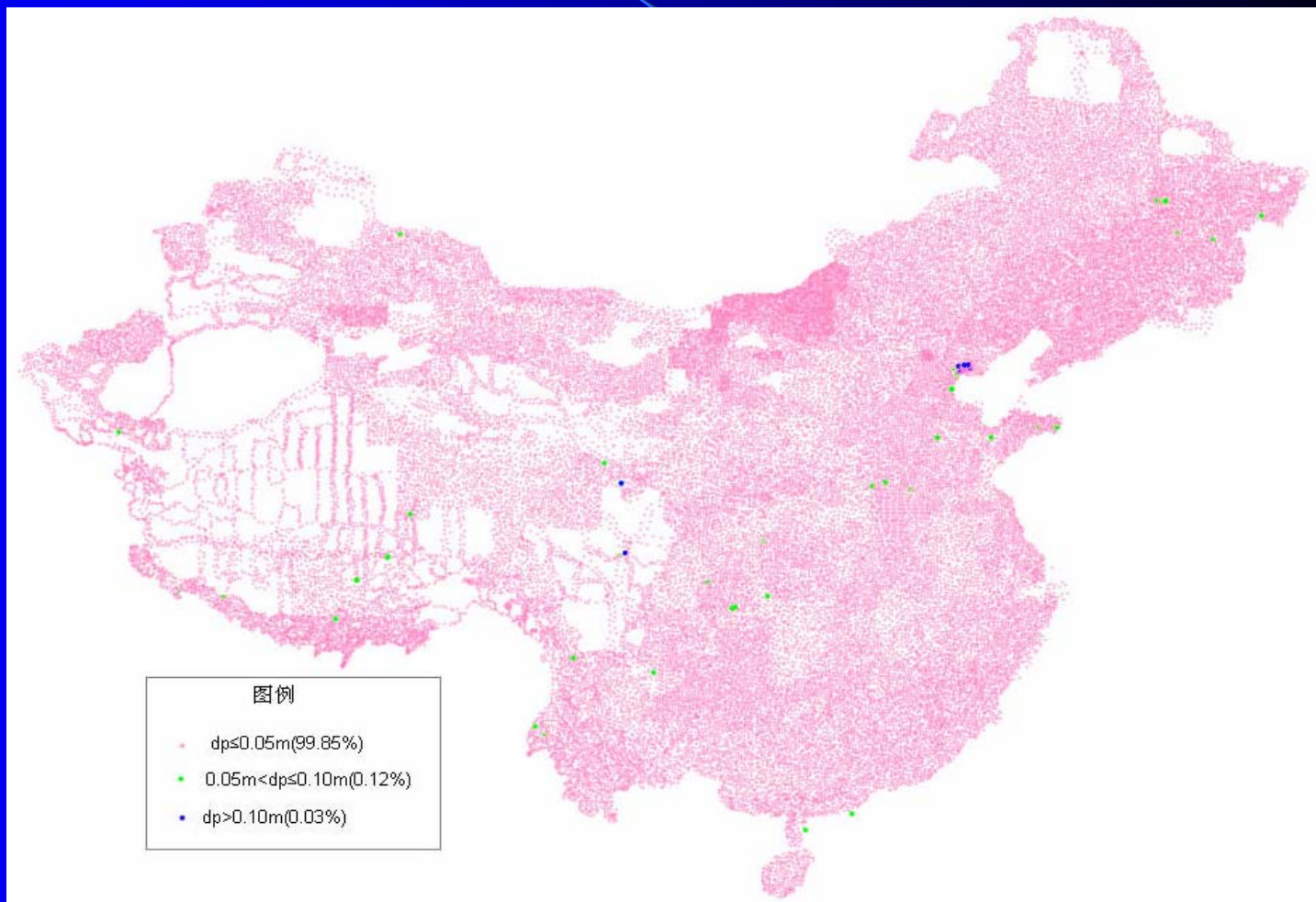
## 5. 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量计算

### ➤ 5.4 全国1：1万格网80系向2000系转换改正量试算及精度检验

**检验方法：**用全国1：1万格网改正量内插两网点的2000系坐标，然后与两网平差结果（2000系坐标）进行差值统计。

$$\Delta P_{\text{平均值}} = 0.002\text{m}$$

$$\Delta P_{\text{最大值}} = 0.187\text{m}$$



(用1：1万格网改正量内插的2000坐标与控制点的2000坐标差统计分布图)

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

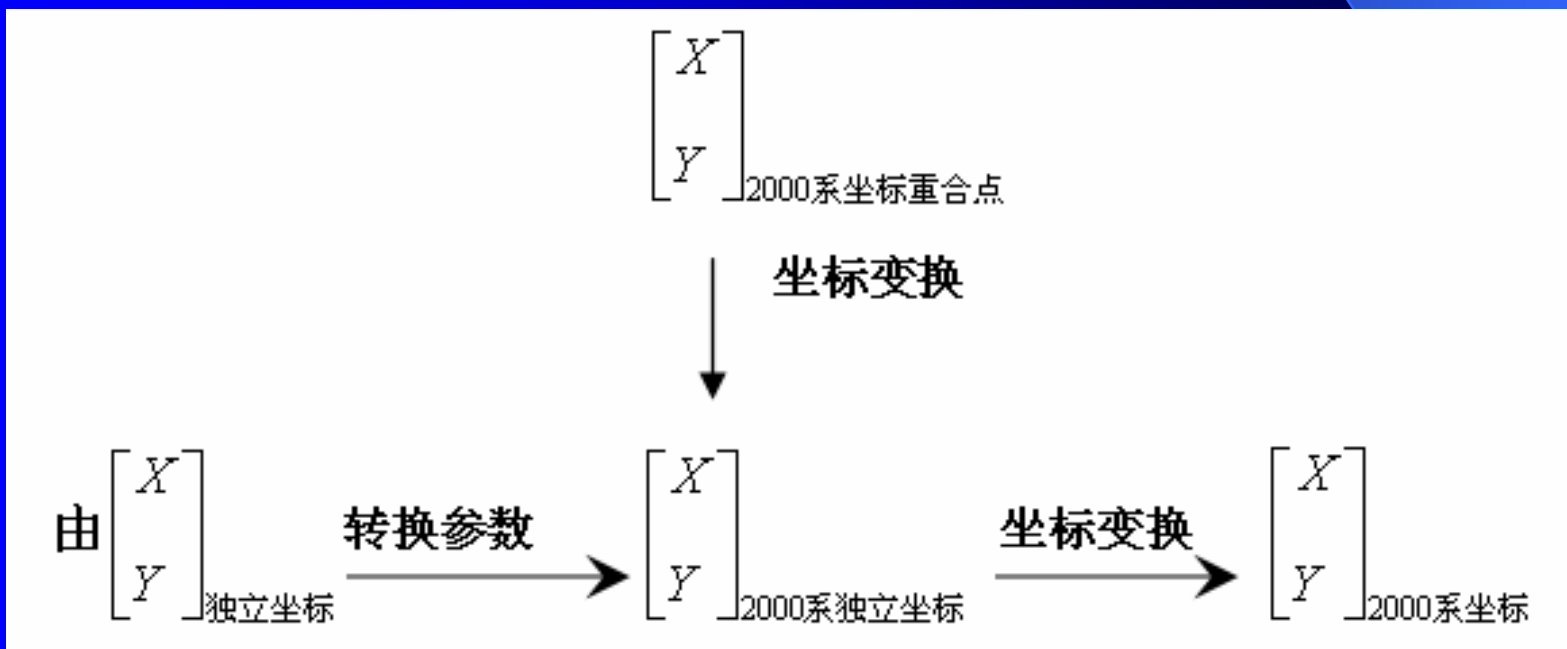
### ➤ 6.1 独立坐标系的特点

独立坐标系（包括地方坐标系与独立坐标系，以下简称独立坐标系）主要是根据城市或工程建设需要而建立的，独立坐标系的主要特点是限制长度变形，要求实地量测边长与坐标反算边长应满足一定的限差（城市测量要求每千米长度变形小于2.5cm），一般情况下，建立独立坐标系采用国家大地坐标系椭球参数，根据城市或区域中心的地理位置设定高斯投影中央子午线，或以测区平均高程面作为坐标投影面，通过抬高或降低坐标投影面的方法解决长度变形的问题；有些独立坐标进行加常数或者平移旋转变换等等。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.2 独立坐标系向2000系转换思路

首先利用与独立坐标系重合的2000系坐标，按原独立坐标系的建立方法，建立基于2000系的独立坐标系，然后根据选取的重合点的两种坐标采用适当的坐标转换模型，将独立坐标系成果转换到基于2000系的独立坐标系成果，再由2000系独立坐标根据变换关系得到2000系坐标。



## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.3 实现独立坐标系向2000系转换的条件

- (1) 已知独立坐标系的中央子午线;
- (2) 要有一定数量且能覆盖转换区域的均匀分布的高精度的重合点成果。

重合点成果的获取途径:

- ① 收集;
- ② 布测。



## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.4 重合点的选取与分析

独立坐标系向2000独立坐标系转换需要进行重合点分析。首先，分析原城市独立控制网与GPS控制网点的重合情况，选择两网有代表性的高精度重合点。具体选择重合点要求：

- (1) 尽量选取地方控制网的起算点及高精度控制点作为重合点。
- (2) 在独立坐标系允许的情况下，可选取城市周围国家高精度的控制点作为重合点。
- (3) 一般情况，重合点要分布均匀，包围城市区域，城市内部均匀分布。
- (4) 选定均匀分布的重合点作为外部检核点，对坐标转换精度进行检核。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法

城市独立坐标系一般是以国家坐标系坐标为基础建立的，独立坐标系建立方法大致归类为以下三种类型或它们的组合：

- (1) 高斯正形投影于参考椭球面上任意带平面直角坐标系；
- (2) 高斯正形投影于低偿高程面的任意带平面直角坐标系；
- (3) 以中心点坐标平移或者坐标加常数和旋转。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

#### （1）高斯正形投影于参考椭球面上任意带平面直角坐标系

这种类型通常采用高斯投影计算方法，将独立坐标变换到相应椭球的国家平面坐标。

#### （2）高斯正形投影于低偿高程面的任意带平面直角坐标系

这种类型通常采用椭球变换法或比例缩放法进行变换。

##### ① 椭球变换法

在不改变扁率（偏心率）的前提下，改变椭球的长半轴，使改变后的椭球面与区域平均高程面重合，然后在改变参数后的椭球基础上进行投影。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

2000系独立坐标采用椭球变换法转换为2000系坐标计算步骤：

设 2000 独立坐标系椭球参数为长半径  $a_1$ ，第一偏心率  $e_1$ ；2000 系椭球参数长半径  $a_2$ ，第一偏心率  $e_2$ 。

I. 计算平均纬度： $X_{独}, Y_{独} \xrightarrow{\text{高斯投影反解}(a_2, e_2)} B_{独}, L_{独} \xrightarrow{\text{纬度}B\text{取中数}} \text{平均纬度} B_m$

II. 计算（输入）2000 独立坐标系椭球长半径  $a_1$ ，第一偏心率  $e_1$

$$a_1 = a_2 + H_m (1 - e_2^2 \sin^2 B_m) / \sqrt{1 - e_2^2} \quad e_1 = e_2$$

式中： $H_m$  为抬高投影面高度，起算面为原椭球面。

III. 计算纬度变化量： $dB = \frac{1}{M + H_m} \left( \frac{e_2^2}{W} \Delta a \right) \sin B_{独} \cos B_{独}$

$$\text{式中：} W = \sqrt{(1 - e_2^2 \sin^2 B_{独})} \quad M = \frac{a_2 (1 - e_2^2)}{W^3}$$

$\Delta a$  为两椭球的长半轴之差  $a_1 - a_2$ 。

IV. 计算 2000 系坐标： $\begin{matrix} B_{2000} = B_{独} - dB \\ L_{2000} = L_{独} - 0 \end{matrix} \xrightarrow{\text{高斯投影}} X_{2000}, Y_{2000}$



## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

#### ② 比例缩放法

比例缩放法1：通常在一定的精度和范围内进行不同投影归算面的坐标换算，可视为是长度元素进行一次按比例缩放。

国家（2000系）坐标系坐标与独立坐标系坐标换算公式

$$\begin{array}{ccc} X_{\text{独}} = X_{\text{国}} + (X_{\text{国}} - X_0)K & \xleftrightarrow{\text{变换}} & X_{\text{国}} = (X_{\text{独}} + X_0 \times K) / (1 + K) \\ Y_{\text{独}} = Y_{\text{国}} + (Y_{\text{国}} - Y_0)K & & Y_{\text{国}} = (Y_{\text{独}} + Y_0 \times K) / (1 + K) \end{array}$$

式中：  $K = H / R_m$  为缩放系数；

H：为抬高投影面高度，起算面为原椭球面；

$R_m$ ：测区中心的平均曲率半径；  $X_0, Y_0$ ：为测区中心点坐标。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

比例缩放法2：在测区中央选择一个中心点，保持其它各点与中心点的方位不变，对各点与中心点的距离乘以一个变形系数K后得到零变形距离，然后根据零变形距离与方位角计算各点的坐标改正量，从而得到各点的新坐标（地方坐标）。

国家（2000系）坐标系坐标与独立坐标系坐标换算公式

$$\begin{array}{ccc} X_{\text{独}} = X_0 + (X_{\text{国}} - X_0)K & \xleftrightarrow{\text{变换}} & X_{\text{国}} = X_0 + (X_{\text{独}} - X_0) / K \\ Y_{\text{独}} = Y_0 + (Y_{\text{国}} - Y_0)K & & Y_{\text{国}} = Y_0 + (Y_{\text{独}} - Y_0) / K \end{array}$$

式中：  $K = \left(1 - \frac{H_m}{R_m}\right) \left(1 + \frac{Y_m^2}{2R_m^2}\right)$  为缩放系数；

$X_0, Y_0$ ：为测区中心点坐标； $H_m$ 为该地区平均高程（抬高投影面高度）；

$R_m$ 为地球平均曲率半径； $Y_m$ 为 $P_1$ 与 $P_0$ 两点横坐标的平均值。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

#### ③ 算法比较

**比例缩放法：**适用在小区域范围，算法上只考虑两个投影归算面简单近似的平面缩放关系，没有考虑由于归算面的变化而产生的椭球面变化问题。而且需要选择一个重合点，选择不同重合点换算后坐标也会有差异，其优点换算后坐标值与原坐标值较接近，便于展到原地形图上。

**椭球变换法：**通过改变椭球参数来确定新椭球面，换算后坐标值具有唯一值，适用换算区域范围更大，精度较高，但是，换算后坐标值与原坐标值相差较大，不便于展到原坐标地形图上。

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

#### （3）以中心点坐标平移或者坐标加常数和旋转

##### ① 以中心点进行平移

以城市或测区中央某个控制点为中心点，将所有原控制点坐标以中心点进行平移，从而获得独立坐标系坐标。

国家（2000系）坐标系坐标与独立坐标系坐标换算公式

$$X_{\text{独}} = X_{\text{国}} + X_{\text{平移常数}}$$

$$Y_{\text{独}} = Y_{\text{国}} + Y_{\text{平移常数}}$$

变换  
↔

$$X_{\text{国}} = X_{\text{独}} - X_{\text{平移常数}}$$

$$Y_{\text{国}} = Y_{\text{独}} - Y_{\text{平移常数}}$$

## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.5 独立坐标系建立方法（续）

#### （3）以中心点坐标平移或者坐标加常数和旋转（续）

##### ② 以中心点进行平移，再按某角度进行旋转

以城市或测区中央某个控制点为中心点，将先所有原控制点坐标以中心点基准进行平移，然后按某角度进行旋转，最后获得独立坐标系坐标。

国家（2000 系）坐标系坐标与独立坐标系坐标换算公式

$$X_{\text{独}} = X_{\text{国}} \cos \theta - Y_{\text{国}} \sin \theta + X_{\text{平移常数}}$$

$$Y_{\text{独}} = X_{\text{国}} \sin \theta + Y_{\text{国}} \cos \theta + Y_{\text{平移常数}}$$

$$X_{\text{国}} = X_{\text{独}} \cos \theta + Y_{\text{独}} \sin \theta + (X_{\text{平移常数}} \times \cos \theta + Y_{\text{平移常数}} \times \sin \theta)$$

$$Y_{\text{国}} = -X_{\text{独}} \sin \theta + Y_{\text{独}} \cos \theta + (Y_{\text{平移常数}} \times \cos \theta - X_{\text{平移常数}} \times \sin \theta)$$



## 6. 地方独立坐标系测绘成果向地心坐标系转换的方法

### ➤ 6.6 原独立坐标系向2000系独立坐标系转换

原独立坐标系成果转换到2000系独立坐标系，通过选择覆盖整个转换区域，且分布均匀，具有一定密度的高精度重合点，采用二维坐标转换模型（二维四参数模型或二维多项式模型）求解转换参数，根据转换参数通过转换获得2000系独立系坐标。

二维四参数模型：

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} + (1+m) \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$$

式中：  $x_1, y_1$  为国家参心坐标系高斯平面坐标；  $x_2, y_2$  为 2000 系高斯平面坐标；

$\Delta x, \Delta y$  为平移参数，  $\alpha$  为旋转参数，  $m$  为尺度参数，它们通过最小二乘求解获得。

二维多项式模型：

$$\begin{aligned} B_T &= B_S + \Delta B \\ L_T &= L_S + \Delta L \end{aligned}$$

式中：  $B_T$ 、  $L_T$  分别为 2000 系大地坐标；  $B_S$ 、  $L_S$  分别为国家参心系大地坐标；

$\Delta B$ 、  $\Delta L$  分别为坐标改正量，即  $\Delta B$  或  $\Delta L = a_{00} + a_{10}B + a_{11}L + a_{20}B^2 + a_{21}BL + a_{22}L^2$

其中：  $B$ ，  $L$  单位：弧度；  $a_y$  为系数，通过最小二乘求解。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.1 省市基础地理信息数据库80系向2000系转换方法

#### (1) GIS 软件常采用的转换方法

常用GIS 软件通常采用仿射变换方法进行地理信息数据坐标转换。

仿射变换其实质为线性变换，数学模型为二元一次多项式模型：

$$\begin{cases} x_T = Ax + By + C \\ y_T = Dx + Ey + F \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{式中：} x, y \text{ 为初始坐标，} x_T, y_T \text{ 为变换坐标；} \\ A, B, C, D, E, F \text{ 为转换系数。} \end{array}$$

#### 仿射变换方法缺点

- 1) 因为在变换时不同区域采用不同的转换控制点，所以相邻区域图形转换后存在缝隙，需要进行接边处理；
- 2) 大区域转换精度差，不适用于省市地理信息数据库的转换；
- 3) 由于仿射变换的转换参数采用最小二乘估计，使得各控制点转换后的坐标与实际坐标存在一定的误差。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.1 省市基础地理信息数据库80系向2000系转换方法

#### (2) 省市基础地理信息数据库80系向2000系转换采用的转换方法

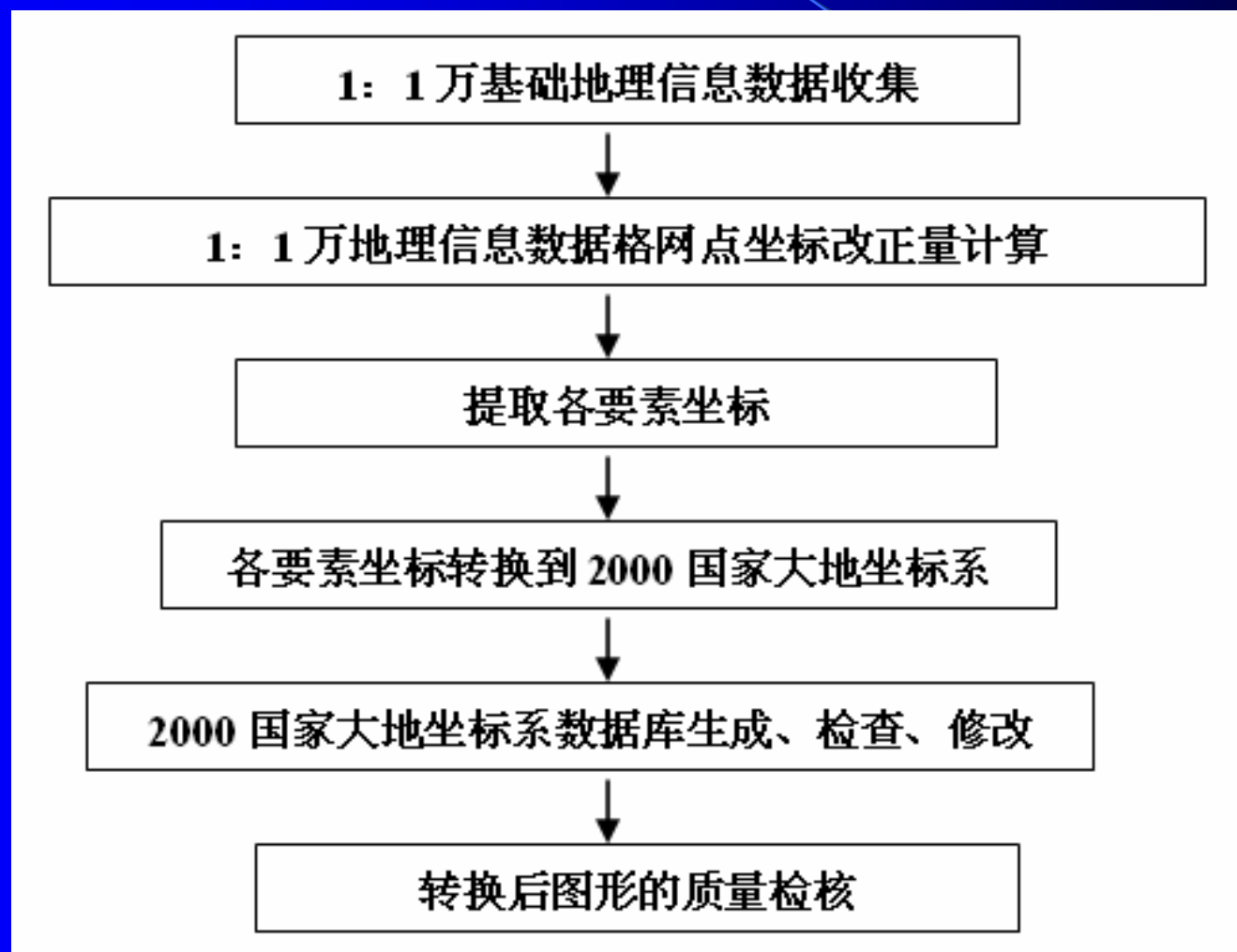
采用逐点整体转换法。其基本原理为：对地理信息数据中的各要素点逐点进行转换，要素点进行坐标转换时，就近搜索控制点，按照距离倒数定权的原则，估计要素点的坐标改正量，从而获得转换点2000国家大地坐标系坐标。

#### 逐点整体转换法优点

- 1) 无缝，不需要重新接边；
- 2) 转换不受比例尺及范围的限制，可转换任意比例尺、任意范围大小的地理信息数据，且相同转换点转换结果一致；
- 3) 转换精度高，在控制点上可实现零误差；
- 4) 不受GIS软件平台的限制，可从底层开发软件实现转换。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.2 转换技术流程

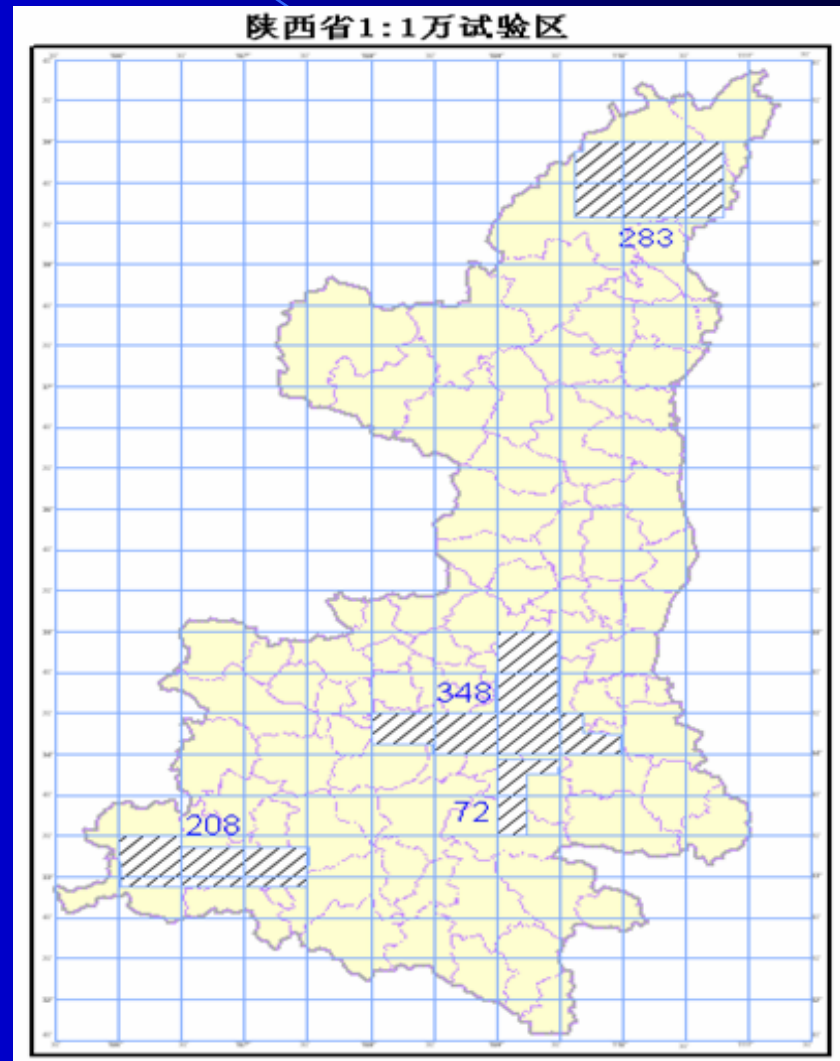


## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验

#### (1) 试验数据

试验数据为陕西省1:1万基础地理信息数据库包含有DLG、DRG、DEM、DOM及其元数据的数据，范围为关中、陕南、陕北三个地区部分数据。





## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验（续）

#### （2）4D产品转换方法

##### ① DLG数据转换

1:1万DLG数据分为已入库数据和未入库数据，用逐点转换法对其分别进行了转换试验。实验结果证明逐点转换方法是可行的，转换方法对成果没有精度损失。

##### ② DEM数据转换

转换方法：先将DEM数据离散化，进行逐点转换到2000系，再参考像素分辨率确定起算坐标完成数据重采样，数据重新入库。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验（续）

转换精度检验：用80系与2000系的DEM数据内插检测点高程，完成转换精度检验

部分 DEM 转换精度统计表				单位：米			
图幅号	80 系 中误差	2000 系 中误差	中误差差	图幅号	80 系 中误差	2000 系 中误差	中误差差
I48G065066	0.5864	0.5847	0.0017	I48G070066	2.6165	2.6080	0.0085
I48G065067	1.0056	1.0199	-0.0143	I48G070067	2.5031	2.4811	0.0220
I48G065068	1.5566	1.5271	0.0295	I48G070068	1.1342	1.1173	0.0169
I48G065069	1.8523	1.8907	-0.0384	I48G070069	2.6739	2.6512	0.0227
I48G065070	2.5337	2.5178	0.0159	I48G070070	0.7926	0.7870	0.0056
I48G065071	3.0379	3.0394	-0.0015	I48G070071	2.3898	2.4223	-0.0325
I48G065072	1.2093	1.2042	0.0051	I48G070072	2.0522	1.9623	0.0899
I48G066065	1.0312	1.0329	-0.0017	I48G071065	2.0200	1.9584	0.0616
I48G066066	0.8748	0.8740	0.0008	I48G071066	1.2529	1.1891	0.0638
I48G066067	3.5964	3.5785	0.0179	I48G071067	2.5018	2.4565	0.0453

从上表可以看出2000系中误差与80系中误差比较接近，因此DEM转换方法对原来DEM精度几乎没有损失。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验（续）

#### （2）4D产品转换方法

##### ③ DOM数据转换

转换方法：

- A 将其头文件中80坐标转换为2000系坐标；
- B 获取DOM影像数据80系坐标范围，均匀内插控制点，计算其2000系下的坐标；
- C 用80系及2000系下坐标，对影像数据进行纠正；
- D 数据重新入库。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验（续）

**转换精度检验：**以 I49G034018 图为例。下表中 X80、Y80 为 80 系下 I49G034018 图范围坐标； X2000、Y2000 为 2000 系下 I49G034018 图范围坐标。

49G034018 图幅 80 系及 2000 系范围坐标 单位：米

Y80	X80	Y2000	X2000
597425.50	3828874.50	597539.8781	3828882.0610
597425.50	3833579.50	597539.8768	3833587.0790
603229.50	3833579.50	603343.9042	3833587.0823
603229.50	3828874.50	603343.9055	3828882.0612

在 MapGIS 下用上表坐标将 I49G034018 图 80 系纠正到 2000 系，读取四个角点坐标 x1、y1，见下表。

I49G034018 图幅 2000 系理论坐标与纠正后坐标比较表 单位：米

序号	X1	Y1	X2000	Y2000	$\Delta X$	$\Delta Y$
1	3828882.060	597539.878	3828882.0610	597539.8781	0.001	0.000
2	3833587.080	597539.877	3833587.0790	597539.8768	0.001	0.000
3	3833587.081	603343.904	3833587.0823	603343.9042	0.001	0.000
4	3828887.062	603343.905	3828882.0612	603343.9055	0.001	0.001

从上表可以看出经过纠正的 DOM 可精度比较高。

## 7. 省市基础地理信息数据库80系向2000系高精度转换

### ➤ 7.3 1:1万基础地理信息数据库转换试验（续）

#### （2）4D产品转换方法

##### ④ DRG数据转换

DRG数据转换方法：先将其头文件坐标转换2000系，再编辑其他图面信息，数据重新入库。



## 8. 54系向2000系转换改正量计算

全国1954年北京坐标系向2000国家大地坐标系转换采用三步法：

首先，计算1954年北京坐标系转换到1980西安坐标系转换改正量 $DB_{5480}$ 、 $DL_{5480}$ ；

其次，计算1980西安坐标系转换到2000国家大地坐标系转换改正量 $DB_{802000}$ 、 $DL_{802000}$ ；

最后，将54坐标系向80坐标系的转换改正量与80坐标系向2000国家大地坐标系的转换改正量叠加，得到54坐标系向2000国家大地坐标系转换的坐标转换改正量 $DB_{542000}$ 、 $DL_{542000}$ 。

$$\text{即： } DB_{542000} = DB_{5480} + DB_{802000}$$

$$DL_{542000} = DL_{5480} + DL_{802000}$$

谢谢！